

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS MASTER

Mention Sciences de l'océan, de l'atmosphère et du  
climat

M1 Sciences de l'océan, de l'atmosphère et du  
climat

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>  
<http://masters.obs-mip.fr/soac/>

2018 / 2019

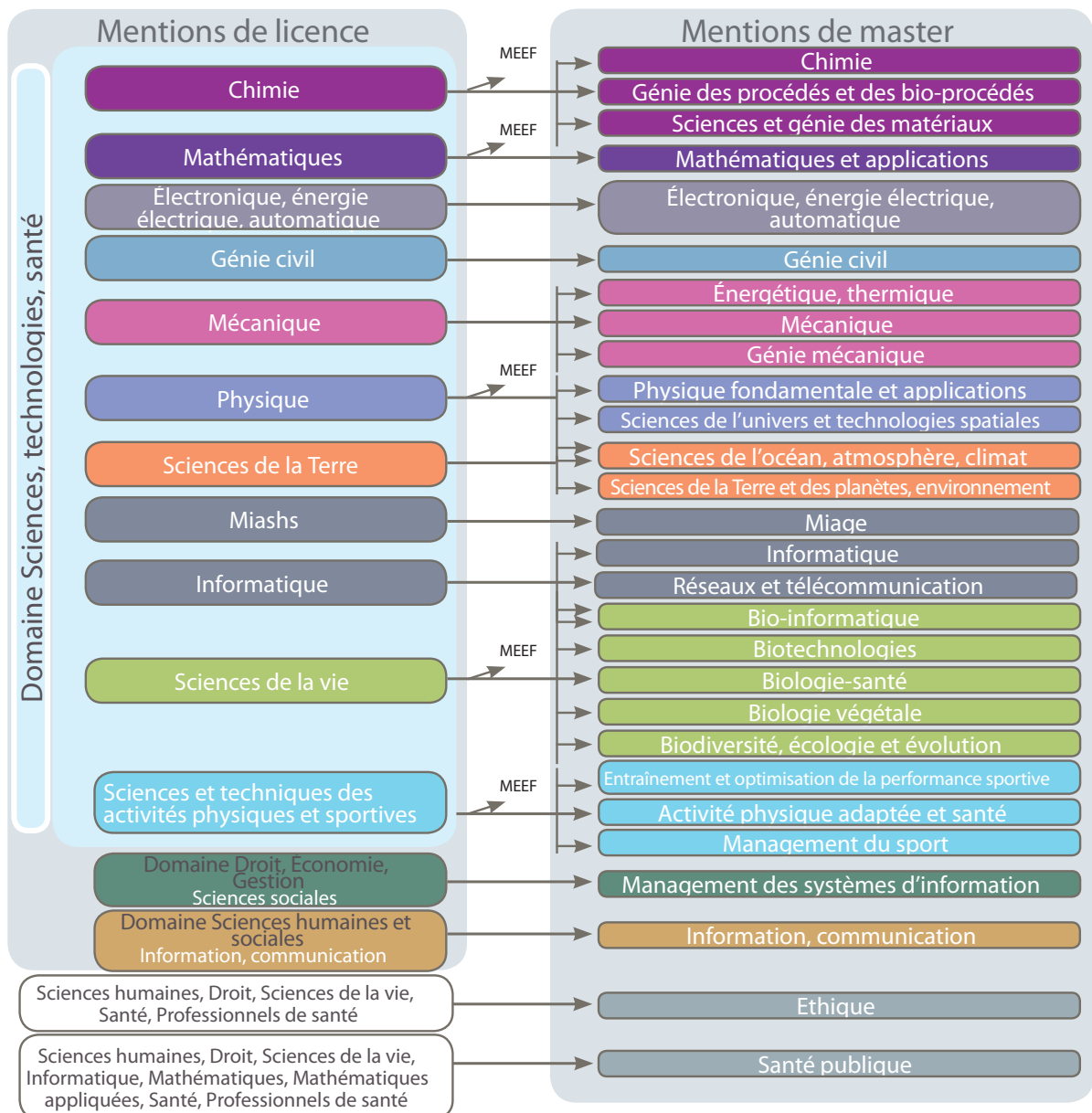
12 MARS 2019

# SOMMAIRE

---

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .	3
PRÉSENTATION . . . . .	4
PRÉSENTATION DU PARCOURS . . . . .	4
Parcours . . . . .	4
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 Sciences de l'océan, de l'atmosphère et du climat . . . . .	4
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	5
CONTACTS PARCOURS . . . . .	5
CONTACTS MENTION . . . . .	5
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Physique . . . . .	5
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	6
LISTE DES UE . . . . .	9
GLOSSAIRE . . . . .	37
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	37
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	37
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	37

# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DU PARCOURS

### PARCOURS

L'objectif du M1 SOAC est d'offrir une formation spécialisée dans le domaine des sciences de l'atmosphère et de l'océan, associée à la fois au potentiel recherche et enseignement existant dans ces domaines à Toulouse et dans sa région, et au potentiel d'emploi des entreprises travaillant dans le domaine de l'environnement, de sa surveillance et de sa gestion, notamment grâce aux technologies spatiales. Le M1 SOAC propose un complément de formation en physique générale et les bases des enseignements spécialisés en rapport avec l'intitulé de la formation. Les approches numériques et expérimentales sont abordées par un projet informatique et des enseignements de terrain en atmosphère et océanographie. Le contenu des enseignements spécialisés, élaboré en concertation avec Météo France, a également comme objectif de préparer les étudiants au concours d'Ingénieur des Travaux de la Météorologie.

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 SCIENCES DE L'OCÉAN, DE L'ATMOSPHÈRE ET DU CLIMAT

Le M1 SOAC est organisé en 2 semestres de 30 ECTS chacun. Le premier semestre comprend 300h d'enseignements en présentiel (cours, TD, TP, terrain). Le second semestre comprend 234h en présentiel (cours, TD, TP, terrain), 2 projets et un stage de 2 à 4 mois.

Accès sur dossier.

N'hésitez pas à contacter le responsable de la formation (m1soac@aero.obs-mip.fr) pour plus d'informations sur la procédure de candidature.

Site web de la formation : <https://masters.obs-mip.fr/soac/master-1/>

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M1 SCIENCES DE L'OcéAN, DE L'ATMOSPHERE ET DU CLIMAT

LAMBERT Dominique

Email : [m1soac@aero.obs-mip.fr](mailto:m1soac@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

BESOMBES Valerie

Email : [vbesombes@adm.ups-tlse.fr](mailto:vbesombes@adm.ups-tlse.fr)

Téléphone : 0561556827

Université Paul Sabatier

3TP1 - porte 132

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

## CONTACTS MENTION

### RESPONSABLE DE MENTION SCIENCES DE L'OcéAN, DE L'ATMOSPHERE ET DU CLIMAT

SERCA Dominique

Email : [serd@aero.obs-mip.fr](mailto:serd@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332704

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.PHYSIQUE

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

TOUBLANC Dominique

Email :

Téléphone : 8575

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

THOMAS Jean-Christophe

Email :

Téléphone : 05.61.55.61.68

Université Paul Sabatier

1R2

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

9

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Projet	Stage	Terrain	Stage ne
<b>Premier semestre</b>												
18	EMSOC1HM	MÉTÉO 1	6	O								
19	EMSOC1A1	Météorologie générale 1			12	12						
	EMSOC1A2	Météorologie dynamique et turbulence 1			12	12						
10	EMSOC1BM	DYNAMIQUE DES FLUIDES	6	O								
11	EMSOC1B1	Dynamique des fluides 1			12	12						
	EMSOC1B2	Dynamique des fluides 2			12	12		6				
16	EMSOC1GM	OCÉANOGRAPHIE 1	3	O								
17	EMSOC1G1	Base de l'océanographie			18	18						
	EMSOC1G2	Enseignement de terrain Océan									6	
12	EMSOC1DM	STATISTIQUES	3	O	12	12						
13	EMSOC1EM	MODÉLISATION ATMOSPHÈRE Océan	6	O								
14	EMSOC1E1	Modélisation atmosphère océan 1			4		26					
	EMSOC1E2	Modélisation atmosphère océan 2			10		20					
15	EMSOC1FM	PHYSIQUE NON LINÉAIRE ET PHÉNOMÈNES HORS ÉQUILIBRE	3	O	12	12						
<b>Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :</b>												
21	EMSOC1VM	ANGLAIS	3	O		24						
22	EMSOC1WM	ALLEMAND	3	O		24						
23	EMSOC1XM	ESPAGNOL	3	O		24						
20	EMSOC1TM	STAGE FACULTATIF	3	F								0,5
<b>Second semestre</b>												
33	EMSOC2JM	MÉTÉO 2	6	O								
34	EMSOC2A1	Météorologie générale 2			12	12						
35	EMSOC2A2	Météorologie dynamique et turbulence 2			12	12						
36	EMSOC2A3	Enseignement de terrain atmosphère									6	
	EMSOC2I1	Météorologie pratique					12					

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Projet	Stage	Terrain	Stage ne
24	EMSOC2BM	POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE	3	O	20	20						
32	EMSOC2IM	OCÉANOGRAPHIE 2	6	O								
31	EMSOC2I3	Physique de l'océan			24	12	4					
	EMSOC2I2	Chimie marine			18	18						
25	EMSOC2DM	PHYSIQUE DE LA BIOSPHÈRE ET TÉLÉDETECTION	3	O	20	8	12					
26	EMSOC2EM	INSTRUMENTATION	3	O			12					
27	EMSOC2FM	GÉOPHYSIQUE DES FLUIDES	3	O					50			
28	EMSOC2GM	PROJET ET STAGE	6	O								
29	EMSOC2G1	Projet personnel et professionnel							25			
	EMSOC2G2	Stage en laboratoire ou en entreprise								2		
30	EMSOC2HM	INITIATION JURIDIQUE	3	F		24						





---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>DYNAMIQUE DES FLUIDES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Dynamique des fluides 1		
<b>EMSOC1B1</b>	Cours : 12h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : [francis.auclair@aero.obs-mip.fr](mailto:francis.auclair@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

le cours de Dynamique des Fluides 1 propose en 24 heures (12h de cours magistral, 12h de travaux dirigés) une approche rigoureuse et appliquée de la dynamique et de la thermodynamique des fluides.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### – Physique, Cinématique et dynamique des fluides

Description macroscopique, tenseur déformation et tenseur des contraintes, équation de continuité, loi(s) de comportement, équations du mouvement en écoulement compressible, équations de conservation des traceurs.

#### – Thermodynamiques des fluides

Equation d'état, 1er et 2nd principes de la thermodynamique (équation de l'énergie interne, de la chaleur et de l'entropie...).

#### – Ecoulements de fluides réels

Analyse dimensionnelle et notion de similitude. Ecoulement de couche limite (équations de Prandtl, application à la couche limite de Blasius). Principales classes d'hypothèses pour les modèles fluides (Boussinesq...), force exercée par un fluide visqueux sur un solide à petit et grand nombre de Reynolds.

#### – Dynamique des fluides en rotation

Modèle fluide en milieu tournant, nombre sans dimension caractéristiques, écoulement géostrophique, colonnes de Taylor-Proudman, vent thermique.

#### – Ondes dans les fluides

Notion de perturbation d'un écoulement, équations vérifiées par les perturbations d'amplitude infinitésimale. Ondes acoustiques. Ondes de surface capillaire et de gravité. Ondes internes.

### PRÉ-REQUIS

Statique des fluides et dynamique des fluides parfaits.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guyon, Hulin, Petit : Hydrodynamique physique. EDP Sciences/ CNRS Edition.

### MOTS-CLÉS

dynamique des fluides, thermodynamique des fluides, processus ondulatoires en milieu fluide.

<b>UE</b>	<b>DYNAMIQUE DES FLUIDES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Dynamique des fluides 2		
<b>EMSOC1B2</b>	Cours : 12h , TD : 12h , TP DE : 6h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : [francis.auclair@aero.obs-mip.fr](mailto:francis.auclair@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le cours de Dynamique des Fluides 2 est une introduction aux écoulements fluides instables, à la transition vers la turbulence et à la turbulence pleinement développée.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Tourbillon et vorticité : évolution de la vorticité, théorèmes de Kelvin, de Taylor-Proudman et de Ertel. Écoulements instables : dissipation, notions de stabilité, analyse de stabilité linéaire, instabilités thermodynamiques (instabilité convective...), instabilités mécaniques (paradoxe du fluide parfait, instabilité barotrope, instabilité barocline, instabilité de Kelvin-Helmholtz...). Route vers le chaos : scénarios de transition turbulente en instabilité convective, transition turbulente des écoulements « ouverts » (écoulement de Poiseuille plan, couches limites, intermittence...), notion de chaos (définitions, exemples, outils d'analyse...). Turbulence développée : taux de dissipation, paradoxe de la dissipation à grand nombre de Reynolds, cascade de Richardson - Kolmogorov, théorie de Kolmogorov, intermittence, turbulence et vorticité en 2D et 3D.

### PRÉ-REQUIS

*Syllabus de dynamique des fluides 1.*

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Guyon, Hulin, Petit : Hydrodynamique physique. EDP Sciences/ CNRS Edition.

### MOTS-CLÉS

Écoulements fluides instables, turbulence.

<b>UE</b>	<b>STATISTIQUES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMSOC1DM</b>	Cours : 12h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- introduction à la théorie de la mesure
- Probabilités :- Connaître quelques lois les plus standards et leurs paramètres. Connaître les théorèmes fondamentaux des probabilités, savoir les énoncer et les appliquer. Savoir calculer des probabilités, des espérances.
- Statistiques :- Savoir estimer (i.e. calculer) un paramètre d'une loi par des méthodes standards et donner un intervalle de confiance. Mettre en œuvre des tests statistiques classiques , et savoir les interpréter

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- **Probabilités** : Notion d'espace probabilisé. Indépendance et conditionnement, formule de Bayes. Définition de loi, notions de convergence- Définition de variables aléatoires, moments, densité, fonction de répartition. Théorèmes : transfert, loi des grands nombres, central limite, Cochran (version simplifiée). Lois standards, les plus usuelles : Gauss, Khi2, Fisher, Student.
- **Statistiques** : Estimations, intervalle de confiance. Tests. Régression linéaire simple (si le temps le permet).

### PRÉ-REQUIS

Bases de théorie de la mesure, calcul intégral (principaux théorèmes de convergence, Fubini,...)

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Statistique : La théorie et les applications de Michel Lejeune édition Springer

### MOTS-CLÉS

Probabilité, statistique, loi, conditionnelle, tests statistiques, échantillon, population

<b>UE</b>	<b>MODÉLISATION ATMOSPHÈRE OCÉAN</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Modélisation atmosphère océan 1		
<b>EMSOC1E1</b>	Cours : 4h , TP : 26h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOYET Hervé

Email : [herve.hoyet@univ-tlse3.fr](mailto:herve.hoyet@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduire la programmation en langage C a un niveau élémentaire pour les étudiants n'ayant jamais programmés. Approfondissement du langage pour les étudiants ayant déjà des bases de programmation en C.

Introduire les rudiments des méthodes numériques par différences finies et des méthodes de Monte-Carlo

Faire que les étudiants soient capables de mettre en application ces connaissances dans le cadre d'un projet.

L'enseignement est réalisé dans un cadre Cours/TD/TP intégrés.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Système d'exploitation UNIX/LINUX, langages (C, Fortran et Matlab); Equations et systèmes d'équations; Interpolation; Régressions; Intégration numérique; Equations différentielles ordinaires; Equations aux dérivées partielles; Transformée de Fourier discrète; Dynamique moléculaire; Dynamique brownienne; Méthodes de Monte-Carlo; Mise en applications dans des projets.

### PRÉ-REQUIS

Niveau de mathématique de niveau usuel en Licence de Physique

Niveau élémentaire en algorithmique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Numerical Recipes : The Art of Scientific Computing Edition (2007), Cambridge University Press

Méthode de calcul numérique, J-P Nougier, Masson S.A, 1989.

<b>UE</b>	<b>MODÉLISATION ATMOSPHÈRE OCÉAN</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Modélisation atmosphère océan 2		
<b>EMSOC1E2</b>	Cours : 10h , TP : 20h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AUCLAIR Francis

Email : [francis.auclair@aero.obs-mip.fr](mailto:francis.auclair@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

« La machine analytique n'a pas de prétention à donner naissance à quoi que ce soit. Elle peut faire ce que nous savons lui apprendre à faire. Elle peut suivre l'analyse, mais elle n'a pas le pouvoir d'anticiper des relations analytiques ou des vérités. Son pouvoir est de nous aider à rendre disponible ce que nous connaissons déjà. [...] Mais il est probable qu'elle exerce une influence indirecte et réciproque sur la science d'une autre façon. En distribuant et en combinant les formules de l'analyse, de telle façon qu'elles puissent devenir plus facilement et rapidement traitables par les combinaisons mécaniques de la machine, les relations et la nature de beaucoup de sujets dans cette science sont nécessairement éclairés d'une nouvelle façon, et approfondies. » Ada Augusta LOVELACE, 18

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les équations aux dérivées partielles (classification, discrétisation, résolution)

Résolution des systèmes linéaires et non linéaires

Stabilité des schémas numériques

Paramétrisations de processus sous-maille

Prévisibilité et ensembles

Calcul parallèle

### PRÉ-REQUIS

Programme de Licence en Physique et Mathématiques, Notions de programmation scientifique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability » E Kalnay (Cambridge University Press)

« Méthodes et Analyses Numériques » E Gonçalves (INP Grenoble)

« Méthodes Numériques Appliquées pour le Scientifique et l'Ingénieur » JP Griv

<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE NON LINÉAIRE ET PHÉNOMÈNES HORS ÉQUILIBRE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMSOC1FM</b>	Cours : 12h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FOURNIER Richard

Email : [richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr](mailto:richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 0561556003

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement donnera un premier éclairage de la pratique scientifique associée aux questions transversales de la physique, chimie et biologie concernant les spécificités des modèles non linéaires dans des situations de proches ou lointain hors équilibre.

Ce cours ne prétend à l'exhaustivité ni sur le plan des modèles, ni sur le plan méthodologique mais au doit permettre au travers d'applications issues de la pratique actuelle de parcourir les concepts dans une contextualisation de type questionnements de recherche.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les notions abordées au travers de ce cours concernent :

1- [u]Aspects Non linéaires :[/u] Point fixe, cycle limite, portrait de phase, Fonction de Lyapunov, Système linéarisé tangent circulant, Analyse de stabilité linéaire (systèmes spatialisés), Analyse de rétroaction et analyse de sensibilité (modèles adjoint, modèle de sensibilité), Chaos et exposant de Lyapunov

2- [u]Phénomènes Hors équilibres : [/u]Espace des phases, milieux continus et applications, Physique des fluides, Descriptions Lagrangienne et Eulérienne : les équations de conservation de la physique des fluides - Fonction de distribution, Théorie du transport, théorie cinétique, équation de Boltzmann- [u]Transversalité : [/u]Analyse intégrale du système linéarisé tangent (passage au point de vue probabiliste - Feynman Kac), Méthodes statistiques, Simulation Monte Carlo (linéaire et extension vers le non linéaire)

### PRÉ-REQUIS

Mathématiques : Algèbre linéaire, Transformées de Fourier et Laplace, distributions.

Physique de licence, dynamique des fluides, Physique statistique de L3.

### MOTS-CLÉS

Hors équilibre - Non Linéaire - Stabilité - Fonction de distribution - Formulations statistiques - Monte Carlo

<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 1</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Base de l'océanographie		
<b>EMSOC1G1</b>	Cours : 18h , TD : 18h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VAN BEEK Pieter

Email : [vanbeek@legos.obs-mip.fr](mailto:vanbeek@legos.obs-mip.fr)

Téléphone : 05 61 33 30 03

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition de notions de bases en dynamique océanique et processus biologiques et chimiques dans l'océan. Description des océans, propriétés physiques de l'eau de mer, masses d'eau. Introduction de la dynamique liée au vent et aux forces de pression. Les principaux instruments en océanographie physique. Notions simples sur le fonctionnement du vivant, la matière organique, importance de la biologie sur la chimie marine. Autotrophie et hétérotrophie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Notions de physique de l'océan : 1) Description des océans, océan et climat. 2) Propriétés physiques de l'eau de mer : température, salinité, densité. 3) Masses d'eau-circulation thermohaline- diagramme T-S. 4) Introduction à la dynamique liée au vent : courant, transport et pompage d'Ekman. 5) Introduction à la dynamique liée aux forces de pression : équilibre hydrostatique, courants géostrophiques, influence de la stratification. 6) Techniques et programmes d'observation : plateformes d'observations, instruments de mesures, programmes nationaux et internationaux.

Notions de biologie et chimie marines : 1) Origine de la vie sur terre. 2) Matière organique : origine, structures cellulaires (eucaryotes, procaryotes), molécules essentielles à la vie. 3) Impact de la biologie sur la distribution des éléments chimiques dans l'océan : sels nutritifs, oxygène, carbone inorganique. 4) Autotrophie : photosynthèse, pigments photosynthétiques, méthodes de mesure de la biomasse et de la production, métabolisme de l'azote, enzymes et cofacteurs d'enzymes (ex : Fer). 5) Hétérotrophie : chimiosynthèse, respirations.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de physique et/ou chimie de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Minster J-F. : La machine océan. Flammarion. 2) Océan et Atmosphère, Synapses, Hachette Education. 3) Tomczak, M. et JS. Godfrey : Regional Oceanography : an Introduction. Pergamon. 4) Colling A. et al. : Ocean Circulation. Open University

### MOTS-CLÉS

océan, température, salinité, courant, Géostrophie, Ekman, instrument de mesure, matière organique, sel nutritif, oxygène, carbone, autotrophie, hétérotrophie



<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 1</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Enseignement de terrain Océan		
<b>EMSOC1G2</b>	Terrain : 6 demi-journées		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle

Email : [isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr](mailto:isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332954

VAN BEEK Pieter

Email : [vanbeek@legos.obs-mip.fr](mailto:vanbeek@legos.obs-mip.fr)

Téléphone : 05 61 33 30 03

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Découverte du travail en mer et en laboratoire (instruments de mesure, techniques de prélèvement et d'analyses) ; utilisation et interprétation de données océanographiques, en conjonction avec des sorties de modèle dans la zone d'étude.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Méthodes de prélèvement en océanographie, sonde CTD, bouteille Niskin (rosette), masse volumique, vitesses géostrophique et d'Ekman, dosages de l'oxygène dissous et de la chlorophylle, plancton.

Détails :

- 1) Mesure de température, de salinité et pression
- 2) Calcul de la masse volumique de l'eau de mer
- 3) Calcul de vitesses géostrophiques
- 4) Calcul de vitesse de surface d'Ekman à partir de données de vents
- 5) Mesure de l'oxygène dissous
- 6) Mesure des concentrations en chlorophylle
- 7) Observation du plancton
- 8) Interprétation des mesures faites au large de la Baie de Banyuls pendant ce stage et comparaison avec des sorties de modèle océanique et base de données de station marine dans la même zone d'étude.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances théoriques acquises au semestre 7 en océanographie, notamment les cours avant le stage de terrain.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Minster J-F. : La machine océan. Flammarion.
- 2) Océan et Atmosphère, Synapses, Hachette Education.
- 3) Tomczak, M. et JS. Godfrey : Regional Oceanography : an Introduction. Pergamon.
- 4) Colling A. et al. : Ocean Circulation. Open University

### MOTS-CLÉS

Prélèvement, mesure, calcul, interprétation, sonde CTD, bouteille Niskin, masse volumique, vitesse de courant, oxygène, chlorophylle, plancton

<b>UE</b>	<b>MÉTÉO 1</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie générale 1		
<b>EMSOC1A1</b>	Cours : 12h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

COQUILLAT Sylvain

Email : [sylvain.coquillat@aero.obs-mip.fr](mailto:sylvain.coquillat@aero.obs-mip.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaître et comprendre l'atmosphère et son fonctionnement avec notamment tout ce qui concerne les nuages (processus de condensation, instabilité de l'atmosphère, formation des nuages et des précipitations). Le contenu de ce cours correspond fait partie du programme du concours d'Ingénieur des Travaux de la Météorologie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'atmosphère (structure, composition, notion d'échelle, principaux paramètres); thermodynamique de l'air atmosphérique (notions et définitions, principales transformations de l'air atmosphérique, émagramme); processus de condensation (condensation par refroidissement isobare, par détente adiabatique, par apport de vapeur d'eau, par mélange et turbulence); mouvements verticaux (énergie mise en jeu, conditions de stabilité et d'instabilité, critères de Pone, convection, CAPE, CIN); formation des nuages (classification des nuages, détermination à partir des radiosondages, formation des gouttes, formation des précipitations)

### PRÉ-REQUIS

Thermodynamique (1er principe, changements de phase), calcul différentiel.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Météorologie Générale (J.-P. triplet et G. Roche, Edition Météo France); Fondamentaux de Météorologie (S. Malardel, Edition Cépaduès); Meteorology for Scientists and Engineers (R. Stull, Edition Brooks/Cole)

<b>UE</b>	<b>MÉTÉO 1</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie dynamique et turbulence 1		
<b>EMSOC1A2</b>	Cours : 12h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition des bases de Météorologie Dynamique à l'échelle synoptique et à plus fine échelle.  
Préparation à l'épreuve de Météorologie du concours d'Ingénieur des Travaux de la Météorologie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les bases de la météorologie dynamique, les champs de variables, coordonnées verticales généralisées. Equations de base du mouvement atmosphérique, approximation hydrostatique, équilibre géostrophique, vent thermique. Atmosphère barotrope, barocline. Circulation, tourbillon, ondes de Rossby.  
Equations de base de la Couche Limite Atmosphérique, approximation de Boussinesq, C.L.A. neutre; spirale d'Ekman; couche de surface; équations aux fluctuations; nombre de Richardson; longueur de Monin-Obukhov; énergie cinétique turbulente.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de physique de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Holton J. R., An introduction to dynamic meteorology, Academic Press

Malardel S., Fondamentaux de météorologie; à l'école du temps, Cépaduès Ed.

Stull R. B., An introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer Academic Publishers

<b>UE</b>	<b>STAGE FACULTATIF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMSOC1TM</b>	Stage ne : 0,5h		

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMSOC1VM</b>	TD : 24h		

**ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE**

CONNERADE Florent

Email : [florent.connerade@univ-tlse3.fr](mailto:florent.connerade@univ-tlse3.fr)

<b>UE</b>	<b>ALLEMAND</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMSOC1WM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau B2 en allemand

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

<b>UE</b>	<b>ESPAGNOL</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMSOC1XM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau B2 en espagnol.

Permettre une maîtrise de la langue générale et de spécialité permettant d'être autonome en milieu hispanophone.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Travail de toutes les compétences avec un accent particulier mis sur l'expression orale.

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

### MOTS-CLÉS

Espagnol, communication, professionnel

<b>UE</b>	<b>POLLUTION ATMOSPHERIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMSOC2BM</b>	Cours : 20h , TD : 20h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SERCA Dominique

Email : [serd@aero.obs-mip.fr](mailto:serd@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332704

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

CM : Connaissance des grands phénomènes de pollution ; identification et analyse des situations de pollutions gazeuses et particulaires, des échelles locales à globales ; connaissance des principales techniques de base de télédétections et d'observations in situ des gaz traces, aérosols et hydrométéores. TD communs : manipuler avec aisance les ordres de grandeur et unités, équations et démarches spécifiques aux problématiques de la chimie atmosphérique TD numériques : appliquer une démarche scientifique au traitement d'une base de données de campagne aéroportée pour répondre à des questions scientifiques

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

CM : Introduction à la chimie de l'atmosphère ; principaux polluants gazeux atmosphériques et aérosols ; bilan des sources et des puits de composés en trace, mécanismes d'émission ; couche limite polluée (notions de base, ozone troposphérique, transport, dépôt) ; pollution à différentes échelles (pollution urbaine, pollution à l'échelle régionale, pollution à l'échelle globale) ; évolution et surveillance de la pollution atmosphérique (tendances, impacts, réglementation, réseaux d'observation, modélisation) ; télédétection et observation in situ de l'atmosphère (principales missions spatiales européennes (ESA) et américaines (NASA), applications spécifiques réalisées à partir de campagne de terrain au travers de mesures au sol et par avion (INSU, DLR, NASA, NOAA), observation des composés réactifs par mesures de routine aéroportées (programme de recherche IAGOS), limites actuelles des techniques et principales avancées dans la compréhension de la pollution anthropique et de son évolution. TD : exercices de chimie atmosphérique, de calcul de flux d'émissions et dépôts, de bilan d'espèces chimiques, de bilan radiatif.

### PRÉ-REQUIS

TD : notions de thermodynamique, d'outils mathématiques

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Physique et chimie de l'atmosphère, R. Delmas, G. Mégie, V.H. Peuch, Editions Belin Les pollutions de l'air, J. Fontan, Ed. Vuibert Pollution atmosphérique. Des processus à la modélisation, B. Sportisse, Ed. Springer

### MOTS-CLÉS

Chimie atmosphérique, espèces en trace, aérosols, émissions, transport, couche limite, télédétection, observations aéroportées, concentrations...



<b>UE</b>	<b>PHYSIQUE DE LA BIOSPHERE ET TÉLÉDETECTION</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMSOC2DM</b>	Cours : 20h , TD : 8h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GASTELLU ETCHEGORRY Jean-Philippe

Email : [jean-philippe.gastellu@iut-tlse3.fr](mailto:jean-philippe.gastellu@iut-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir les bases physiques de la mesure satellite et du bilan radiatif des surfaces terrestres : éclairement, émittance, luminance, réflectance / émissivité / température de brillance directionnelles, coefficients de rétrodiffusion, fonctions de phase, hot spot, constitution d'image numérique en termes de luminance / réflectance / température de brillance,...

Principes physiques et traitements des mesures de quantités physiques (contenu en eau du sol) et biophysiques (NDVI, LAI,...)

Apprendre à modéliser des paysages naturels et urbains ainsi que le bilan radiatif et les mesures de télédétection de ces paysages. L'apprentissage sera réalisé à l'aide du modèle DART (licences Université Paul Sabatier).

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Physique de la télédétection spatiale et du bilan radiatif des surfaces continentales, avec en particulier les mécanismes d'interception, d'absorption, de diffusion et d'émission par l'atmosphère et les surfaces terrestres
- Quantités radiométriques : luminance, réflectance, émissivité, température de brillance, éclairement, émittance, ...
- Variabilités spectrale, directionnelle et temporelle des quantités radiométriques et donc des mesures satellites et du bilan radiatif.
- Manipulation des mesures de télédétection (réflectance, température,...) et du bilan radiatif des surfaces terrestres (paysages naturels et urbains) via un modèle 3D (modèle DART) de simulation de la propagation des ondes. Ce modèle (<http://www.cesbio.ups-tlse.fr/dart>), breveté et distribué par l'Université Paul Sabatier sous forme de licences, est devenu une référence dans le domaine de la télédétection. Il sera mis en œuvre dans le cadre de travaux pratiques réalisés sur ordinateur. Il permettra de manipuler les notions introduites en cours.
- Manipulation de données de terrain (rayonnement, humidité du sol, etc.)

### PRÉ-REQUIS

Physique et mathématiques générales (puissance, angle solide,...).

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Notions fondamentales de télédétection : [www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geomatique/imagerie-satellitaire-photos-aeriennes/imagerie-satellitaire-produits/ressources-educatives/9310](http://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geomatique/imagerie-satellitaire-photos-aeriennes/imagerie-satellitaire-produits/ressources-educatives/9310)

Introduction générale à la Télédétection : <http://www.ese.u-psu>

### MOTS-CLÉS

Rayonnement, modélisation, images satellites, télédétection

<b>UE</b>	<b>INSTRUMENTATION</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMSOC2EM</b>	TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La formation consiste à donner aux étudiants un bon aperçu de l'instrumentation météorologique en s'appuyant sur la physique de la mesure des paramètres étudiés ainsi que sur le principe de fonctionnement des capteurs associés. Elle portera principalement sur les paramètres d'état, les paramètres dynamiques et les paramètres d'échange. Une très rapide introduction à la métrologie et à la qualité de la mesure seront abordées. A l'issue du cours, l'étudiant saura citer et décrire ces différentes mesures météorologiques. La formation construite à partir de cours/TD permettra à l'étudiant d'aborder la théorie mais également la pratique. Les instruments météorologiques seront utilisés pour illustrer les propos de l'enseignant.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

– **Exemple de réseaux météorologiques**

– **Notions de métrologie**

Vocabulaire le plus utilisé

– **La qualité de la mesure**

Différentes classifications pour décrire la donnée

– **Les paramètres d'état :**

La thermométrie (thermo-résistance électrique PT100) L'hygrométrie (sonde hygrométrique capacitive) La pression atmosphérique (baromètre capacitif)

– **Les paramètres dynamiques :**

La direction (girouette, anémomètre ultrasonique) et La vitesse du vent (anémomètre à coupelles, anémomètre ultrasonique)

– **Les paramètres d'échange :**

les précipitations (pluviomètre automatique à augets basculants, radar précipitations) le rayonnement solaire arrivant à la surface du globe terrestre (pyranomètre, pyréliomètre)

### MOTS-CLÉS

Météorologie, Instrumentation, Physique de la mesure,

<b>UE</b>	<b>GÉOPHYSIQUE DES FLUIDES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMSOC2FM</b>	Projet : 50h		

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le projet de géophysique des fluides propose une synthèse des enseignements de dynamique des fluides (1 & 2) et de physique non-linéaire et phénomènes hors équilibre du premier semestre. Il constitue de plus une passerelle entre ces enseignements et les enseignements de météorologie dynamique et d'océanographie dynamique.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Étude analytique, numérique et physique (en laboratoire) d'une instabilité convective de type Rayleigh-Bénard.

### PRÉ-REQUIS

- Dynamique des Fluides 1 & 2 (EMSOC1B1 et EMSOC1B2)
- Physique non linéaire et phénomènes hors équilibre (EMSOC1F1)

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- G.K. Vallis, Atmospheric and oceanic fluid dynamics, 2006, Cambridge University Press, 745 pp.
- Guyon E., J.P. Hulin & L. Petit, Hydrodynamique Physique, 2001, /CNRS Editions, EDP Sciences/, 674 pp.

### MOTS-CLÉS

- Dynamique des Fluides géophysique. - Physique non linéaire. - Instabilité de Rayleigh-Bénard.

<b>UE</b>	<b>PROJET ET STAGE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Projet personnel et professionnel		
<b>EMSOC2G1</b>	Projet : 25h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaissance du milieu professionnel de l'entreprise, de l'industrie et de la recherche associé aux thématiques de la formation.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Certification "compétence numérique" : certificat informatique et internet ; fonctions d'organisation et de communication.

Assistance aux soutenances de stage des étudiants du M2 SOAC "Etudes Environnementales".

Assistance (selon opportunités) aux "journées des doctorants" et séminaires organisés par les laboratoires CNRM-GAME, LEGOS, CESBIO, LA

<b>UE</b>	<b>PROJET ET STAGE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Stage en laboratoire ou en entreprise		
<b>EMSOC2G2</b>	Stage : 2 mois minimum		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Travail bibliographique. Informatique scientifique et bureautique (rapport écrit). Présentation orale des résultats.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Stage en laboratoire ou en entreprise.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances théoriques acquises pendant l'année.

<b>UE</b>	<b>INITIATION JURIDIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMSOC2HM</b>	TD : 24h		

<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Chimie marine		
<b>EMSOC212</b>	Cours : 18h , TD : 18h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle

Email : [isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr](mailto:isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332954

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition de connaissances sur les échanges de gaz entre l'air et l'eau, la matière organique et ses transformations (depuis sa formation dans les couches de surface de l'océan jusqu'à son enfouissement dans les sédiments), les cycles biogéochimiques dans l'océan, les outils géochimiques pour étudier la circulation océanique et processus dans l'océan, l'importance de l'océan pour le contrôle des gaz à effets de serre et du climat. Savoir faire des calculs de base en chimie marine (pression partielle, concentration, bilan, flux...). Travaux Pratiques de Physique de l'océan : Expériences océaniques : circulation thermohaline et El Niño.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1) Eléments de base : composition chimique de l'océan-variations spatiales, production primaire, reminéralisation, impact de la physique. 2) Modèle en boîte-formalisme : flux, source, puits, budget, temps de résidence. 3) Echanges de gaz à l'interface Océan-Atmosphère et solubilité des gaz : loi de Dalton, solubilité des gaz, taux d'échange entre air et eau. 4) Devenir des particules dans l'océan : dynamique des particules dans la colonne d'eau, enfouissement dans les sédiments, diagénèse, techniques d'échantillonnage. 5) Cycle de l'azote dans l'océan : composés azotés, transformations, distributions spatiales, processus physiques et biologiques en jeu. 6) Cycle du carbone dans l'océan : concentration en CO<sub>2</sub> et variations spatio-temporelles, espèces chimiques et biologiques du carbone, processus chimique, biologique et thermodynamique. 7) Traceurs géochimiques : perturbations anthropiques des cycles biogéochimiques, utilisation des traceurs pour les processus biogéochimiques et la circulation océanique (tritium, CFCs, carbone-14), traceurs des flux de matières. 8) Paléocéanographie : enregistrements sédimentaire et glaciaire, théorie astronomique des climats

### PRÉ-REQUIS

Les bases de chimie de niveau Licence 2 ou/et de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Copin-Montegut G. : Chimie de l'eau de Mer, Ed. Institut océanographique de Paris. 2) Roy-Barman M. et Jeandel C. : Géochimie marine : circulation océanique, cycle du carbone et changement climatique. Ed. Vuibert.

### MOTS-CLÉS

chimie de l'océan, production, échange de gaz et solubilité, matière organique, reminéralisation, cycles du carbone et de l'azote, traceurs géochimiques

<b>UE</b>	<b>OCÉANOGRAPHIE 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Physique de l'océan		
<b>EMSOC213</b>	Cours : 24h , TD : 12h , TP : 4h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DADOU Isabelle

Email : [isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr](mailto:isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332954

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition de connaissance en physique de l'océan : le rôle de l'atmosphère comme forçage de la circulation océanique : vent, évaporation, précipitation, les différentes forces en présence dans l'océan, les différents processus de mélange, les premières théories en océanographie physique (Ekman et Géostrophie) et les modèles simplifiés. Notions sur les différents types d'ondes dans l'océan ainsi que les mesures par satellite (altimétrie). Savoir faire des calculs de base en physique appliquée à l'océan (vitesses, bilan, flux, coefficient de mélange,..).

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Thermodynamique de l'océan : 1) Forçages thermohalins : échanges d'eau douce, bilans de masse, sel et chaleur, transport de chaleur. 2) Structure verticale de l'océan et circulation thermohaline : couche de mélange, subduction/ventilation de thermocline, convection profonde. 3) Mesure de courant et de la variabilité de l'océan par satellite - altimétrie (TD numérique) : principe de mesure, courant géostrophique, interaction océan atmosphère : El Niño-Southern Oscillation.

Forçage de l'océan par le vent : 1) Equations de : continuité, conservation de chaleur, d'état et du mouvement, approximation de Boussinesq, conditions aux limites. 2) Processus de mélange dans l'océan : diffusion, turbulence, concepts de stabilité et double diffusion. 3) Ekman, Géostrophie et courants inertiels- lien avec les équations de physique de l'océan. 4) Vorticité et théories de circulation générale : modèles de Sverdrup, Stommel, Munk.

Ondes et Marées : 1) Définition et caractérisation des ondes. 2) Ondes de surface, 3) Ondes de shallow-water et océan profond. 4) Dispersion et réfraction. 5) Ondes internes et de gravité inertielles. Ondes de Kelvin et de Rossby. 6) Marées à l'équilibre et hors équilibre.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de physique de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1)Colling A. : Ocean Circulation. Open University. 2)Stewart R. : Introduction to physical Oceanography. Texas A&M University. 3)Cushman-Roisin et Beckers : Introduction to Geophysical Fluid Dynamics-Physical/Numerical Aspects, Academic press

### MOTS-CLÉS

mélange, circulation thermohaline, convection, courants géostrophique, d'Ekman et inertiel, modèle de circulation océanique, ondes internes (gravité), marées



<b>UE</b>	<b>MÉTÉO 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie générale 2		
<b>EMSOC2A1</b>	Cours : 12h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ROUX Frank

Email : [frank.roux@aero.obs-mip.fr](mailto:frank.roux@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 0561332752

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Il s'agit de montrer comment les lois physiques de base (rayonnement, thermodynamique, mécanique) permettent de qualifier le climat moyen de la Terre et, accessoirement, d'autres planètes du système solaire ou extra-solaires. On insiste sur la différence entre la météorologie tropicale (régie par un fonctionnement de type « moteur thermique ») et la météorologie des moyennes latitudes (avec un fonctionnement de type « pompe à chaleur »). On présente ensuite des modèles simples, basés sur les équilibres fondamentaux (hydrostatique, géostrophique, vent thermique), reproduisant les principales caractéristiques des circulations atmosphériques de grande échelle sous les tropiques et aux latitudes tempérées.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### 1. RAYONNEMENT ET THERMODYNAMIQUE

- 1.1. Définitions
- 1.2. Les lois du rayonnement
- 1.3. Applications climatiques
- 1.4. Thermodynamique atmosphérique

#### 2. CIRCULATION ATMOSPHERIQUE MOYENNE

- 2.1. Structure moyenne de la troposphère
- 2.2. Un modèle de la circulation de Hadley
- 2.3. La circulation des latitudes moyennes

### PRÉ-REQUIS

Notions de base en thermodynamique, rayonnement, mécanique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« Fondamentaux de Météorologie » S Malardel (Cepadues) « Introduction to Circulating Atmospheres » IN James (Cambridge University Press) « Physics of Climate » JP Peixoto & AH Oort (Springer)

<b>UE</b>	<b>MÉTÉO 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie dynamique et turbulence 2		
<b>EMSOC2A2</b>	Cours : 12h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquisition des bases de Météorologie Dynamique à l'échelle synoptique et à plus fine échelle.  
Préparation à l'épreuve de Météorologie du concours d'Ingénieur des Travaux de la Météorologie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les bases de la météorologie dynamique, les champs de variables, coordonnées verticales généralisées. Equations de base du mouvement atmosphérique, approximation hydrostatique, équilibre géostrophique, vent thermique. Atmosphère barotrope, barocline. Circulation, tourbillon, ondes de Rossby.  
Equations de base de la Couche Limite Atmosphérique, approximation de Boussinesq, C.L.A. neutre; spirale d'Ekman; couche de surface; équations aux fluctuations; nombre de Richardson; longueur de Monin-Obukhov; énergie cinétique turbulente.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de physique de niveau Licence 3 sont recommandées pour suivre ce module dans de bonnes conditions.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Holton J. R., An introduction to dynamic meteorology, Academic Press

Malardel S., Fondamentaux de météorologie; à l'école du temps, Cépaduès Ed.

Stull R. B., An introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer Academic Publishers

<b>UE</b>	<b>MÉTÉO 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Enseignement de terrain atmosphère		
<b>EMSOC2A3</b>	Terrain : 6 demi-journées		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Mise en pratique sur le terrain des connaissances théoriques. Confrontation et adaptation aux difficultés du terrain.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Bilan d'énergie à la surface, combustion des végétaux et qualité de l'air, sondage atmosphérique.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances théoriques acquises dans les autres modules.

<b>UE</b>	<b>MÉTÉO 2</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Météorologie pratique		
<b>EMSOC211</b>	TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAMBERT Dominique

Email : [dominique.lambert@aero.obs-mip.fr](mailto:dominique.lambert@aero.obs-mip.fr)

Téléphone : 05.61.33.27.58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Pratique de la météorologie par l'étude de phénomènes météorologiques illustrés par des cas récents. Présentations orales.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Analyse d'événements météorologiques aux échelles continentales, régionales et locales réalisée par les étudiants en trinômes, avec présentation orale avec support vidéo à toute la promotion, suivie d'une période de questions/réponses entre étudiants.

### PRÉ-REQUIS

Notions apprises dans le cadre des modules de Météorologie Générale et de Météorologie Dynamique et Turbulence, et mises en pratique dans cet exercice d'analyse

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Malardel S., Fondamentaux de météorologie ; à l'école du temps, Cépaduès Ed.

# GLOSSAIRE

---

## TERMES GÉNÉRAUX

### DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions

### UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

### ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

## TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

### DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

### MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

### PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant au cours de son cursus.

## TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

### CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.

## TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

## TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre étudiants).

## PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition des compétences.

## TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

## STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.



